

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СОРТИРОВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Т.Г.Ханкелов, К.Дж.Рустамов, С.С.Хамидов, С.С.Юсубжонов, Ш.М.Абдукаримова

Ташкентский государственный транспортный университет, Узбекистан

Аннотация

статья посвящена анализу конструкций сортировочных машин для переработки твердых бытовых отходов. На основе анализа преимуществ и недостатков конструкций машин выбраны аналоги машин. При выборе аналога учтены не только конструктивные особенности, но и свойства перерабатываемых отходов.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 Apr 2023

Revised form 15 May 2023

Accepted 17 Jun 2023

Ключевые слова:

анализ, сортировочная машина, подготовительная сортировка, твердые бытовые отходы.

© 2019 Hosting by Central Asian Studies. All rights reserved.

Введение

В мировой практике существует два основных вида сбора и транспортировки ТБО:

- раздельный сбор и транспортировка отходов;
- смешанный сбор и транспортировка отходов.

Первый способ распространен в основном в развитых странах, таких как Япония, Германия, США, Англия, Швеция и др. и является результатом многолетнего упорного труда, который прошли вышеуказанные государства. Например, Германии потребовалось 30 лет, чтобы окончательно перейти к раздельному сбору отходов. Второй способ сбора и транспортировки отходов, в основном, используется в развивающихся странах, в частности, в Республике Узбекистан практикуется смешанный сбор и транспортировка ТБО. Но, есть ещё и промежуточный способ сбора и транспортировки так, называемый «однопоточный», когда пищевые отходы собираются и транспортируются отдельно от остальной массы. Этот способ распространен, в основном, в Америке и в Израиле [1; с.33-42, 2; с.1-3]. Стадии извлечения и дробления бытовых отходов являются решающими в технологиях комплексной переработки отходов. Для подготовки вторичного сырья при производстве продукции.

К вышесказанному можно добавить, что извлечение составляющих из состава ТБО с экологической точки зрения является удовлетворительным и экологически оправданным способом уменьшения количества отходов, поступающих на мусоросортировочные станции и на площадки для закапывания отходов [3; с.31-35, 4; с.17-21, 5; с.1-2, 6; с.45-46, 7; с.50-55].

Важно отметить, что любая комплексная обработка ТБО включает подготовительную сортировку. Подготовительная сортировка обостряет процесс биохимической переработки, оптимизирует состав продукта биохимической переработки [11, 12, 13, 14, 15, 16].

Можно добавить, что подготовительная или вообще сортировка приводит к изменению состава, следовательно, свойств отходов. В этом случае возрастает не только процент рецикла составляющих отходов, но, в значительной степени решаются проблемы утилизации опасных отходов для последующей операции [8; с.24-25].

Основная часть

Для сортировки того или иного составляющего ТБО используется различное оборудование [9; с.4-12, 10; 12-14].

На рис.1. представлена сортировочная линия фирмы «Бобруйскагромаш»



Рис. 1. Сортировочная линия фирмы «Бобруйскагромаш»

Сортировочная линия твердых бытовых отходов состоит из нескольких основных частей:

- подающего конвейера;
- загрузочного бункера (объемом 8 м³ или 16 м³);
- горизонтального сортировочного конвейера (длиной 5,6 м, 8,1 м или 10,6 м);
- отсеивающего конвейера (длиной 5,6 м, высотой 2,62 м; или длиной 10,6 м, высотой 2,91 м);
- максимальная производительность сортировочной линии 3 т/час.

Составляющие отходов подаются в приемный бункер низкоскоростного горизонтального конвейера. Ширина конвейера должна быть достаточной, чтобы можно было эффективно производить сортировку составляющих с обеих сторон конвейера. Количество постов можно пропорционально увеличивать с увеличением длины конвейера. При попадании составляющих отходов в наклонный отсеивающий конвейер круглые и тяжелые предметы скатываются вниз, а легкие и вязкие составляющие увлекаются конвейером вверх [17, 18, 19, 20, 21, 22]. Тем самым можно дополнительно

производить сортировку круглых и тяжелых предметов. Угол наклона и высота конвейера ограничивается свойствами отходов, а также компоновкой оборудования [23, 24, 25, 26, 27, 28].

Существенным недостатком данной сортировочной линии является то, что сортируются только высоколиквидные составляющие (бумага, пластмасса и бутылки). Еще одним существенным недостатком данной линии является то, что оборудование не оснащено разрывателями пакетов, так как твердые бытовые отходы, в основном, доставляются в пакетах. Необходимо отметить, что данную сортировочную линию можно использовать как узел предварительной сортировки.

На рис.2 представлена оригинальная конструкция сортировочной машины компании «Мегалион».

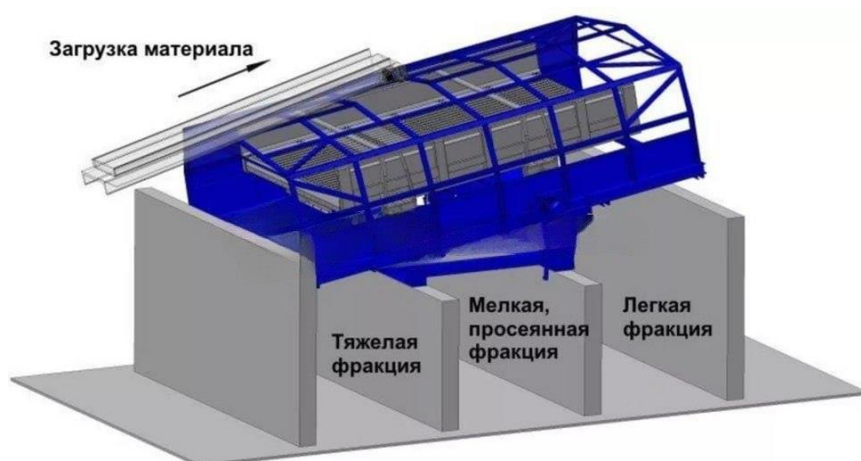


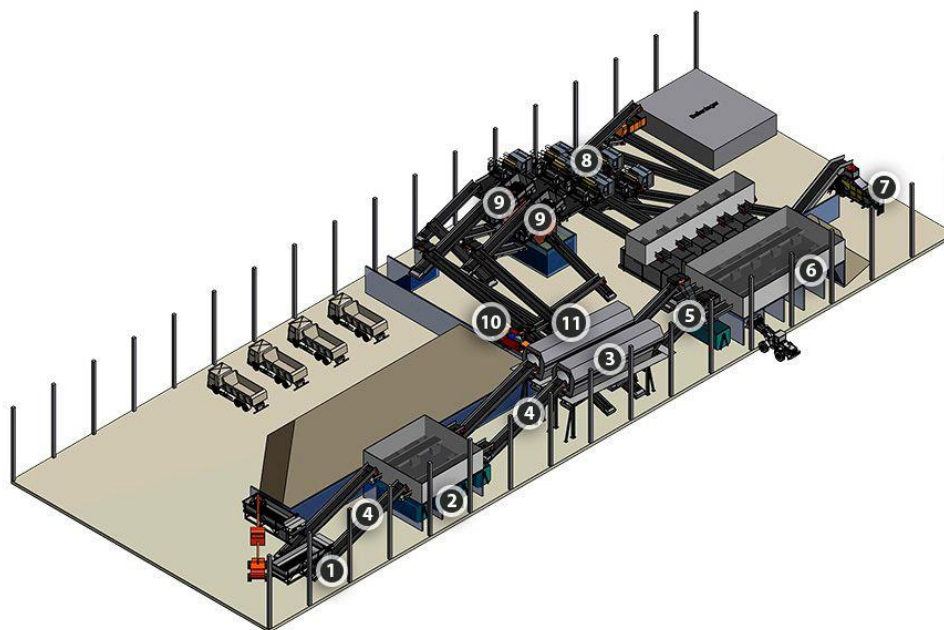
Рис.2. Сортировочная машина компании «Мегалион»

08a506b8512e59dc83a4c89d43ad5baf.webp

Принцип работы мусоросортировочного комплекса компании «Мегалион» основан на принципе разделения ТБО на потоки и использование для их сортировки как автоматических сортировщиков, так и элементов ручной сортировки.

ТБО, отлетая с конца наклонного конвейера, ударяются об наклонно расположенный металлический экран, тяжелые и плотные составляющие отлетают на большее расстояние и попадают в дальний контейнер, а легкая фракция, скользя по стенке наклонного металлического экрана, попадает в ближний контейнер. Мелкая просеянная фракция попадает в средний контейнер. Основным недостатком данной баллистической сортировочной машины является то, что за счет различия фракций составляющих отходов мелкая просеянная и тяжелая фракции могут попасть в одинаковые контейнеры.

На рис.3 представлена баллистическая автоматизированная сортировочная машина компании «CLEANING & RECYCLING SYSTEMS».



**Рис.3.Баллистическая автоматизированная сортировочная машина компании
«CLEANING & RECYCLING SYSTEMS»**

1-разрыватель пакетов; 2-предварительная сортировка; 3-сепаратор органики; 4-подающий конвейер; 5-сепаратор черных металлов; 6-сортировочная кабина; 7-автоматизированный горизонтальный пресс; 8-оптические сепараторы(сортировщики); 9-баллистический сепаратор; 10-сепаратор цветных металлов; 11-сепаратор мелкой фракции.

Баллистический сепаратор SORT-O-MAT предназначен для сортировки составляющих отходов. Принцип его работы заключается в том, что вращающийся ротор с лопатками выбрасывает отходы по баллистической траектории. Дальность полета зависит от свойств отходов:

- тяжелые и плотные составляющие отбрасываются в дальний контейнер;
- легкие и неплотные составляющие отбрасываются в ближний контейнер.

Для изготовления лопасти сепаратора SORT-O-MAT используют штампованный металл с перфорацией. При этом размеры отверстий могут быть разными. Такой подход позволяет отсеивать в процессе работы самые мелкие фракции. Помимо этого, в зависимости от материала, с которым осуществляется работа, можно изменять следующие параметры:

- угол наклона лопасти;
- количество оборотов лопасти.

При этом настройки осуществляются без остановки оборудования, легко и просто. Конструкция сепаратора исключает наматывание веревок и длинных плёнок, а прилипшие отходы удаляются специальным чистящим устройством.

Преимущества сортировочной машины заключаются в следующем:

- отходы разделяются на две фракции;
- высокая точность разделения до 90%;
- полностью отсутствует опасность намотки пленок, лент и т.д.;
- высокая производительность при низком энергопотреблении;
- приводные и опорные элементы расположены снаружи и отсутствует их контакт с отходами;
- отличается удобством в обслуживании благодаря возможности прямого доступа к приводам;
- без проблем подстраивается под самые различные отходы;

- угол наклона и число оборотов можно изменять на ходу;
- поставляется полностью готовым к подключению, с приводами и аппаратурой электроуправления.

Несмотря на вышеприведенные преимущества, которые характеризуются производителем, на наш взгляд есть существенные недостатки данного комплекса:

- отходы имеющие различные свойства по плотности и по форме, а также по размерам могут отбрасываться лопатками с различными углами и попадать в одинаковые бункеры, т.е. недостаток - неизмельченность отходов;

- другой немаловажный фактор - увлажненные отходы за счет влажности могут отбрасываться на одинаковые расстояния, несмотря на различия свойств.

Немецкая компания «Husmann Umwelt-Technik GmbH» (Германия) предлагает на рынке оборудования для мусоросортировки новый автоматизированный комплекс. Схема данного оборудования представлена на рис.4.



Рис.4. Схема автоматизированного сортировочного комплекса **фирмы «Husmann Umwelt-Technik GmbH» (Германия)**

Технологическая схема переработки отходов по данной схеме заключается в следующем. Привозимые ТБО сваливаются на рабочей площадке. Крупногабаритные отходы, без сортировки, вывозятся на полигоны для захоронения. Отходы с питателя подаются на разрыватель пакетов. Далее по технологической цепочке подаются на ленточный конвейер. Там же производится ручная сортировка на пластмассу и бумагу. Далее с помощью барабанного грохота производится фракционная сортировка отходов размером менее 80 мм. Фракции отходов размером менее 80 мм вывозятся на полигон для захоронения. Теряется ценный компонент отходов - органические составляющие, так как почти весь объем органических составляющих укладывается в размер менее 80 мм. По технологической схеме отходы, размеры которых больше 80 мм, делится на балластные включения и остальные составляющие. Балластные включения идут на полигон для захоронения, а оставшаяся часть на сжигание [11; с.3-6].

На рис.5 представлена схема мусоросортировочного комплекса фирмы «Сифания-Экотехника».

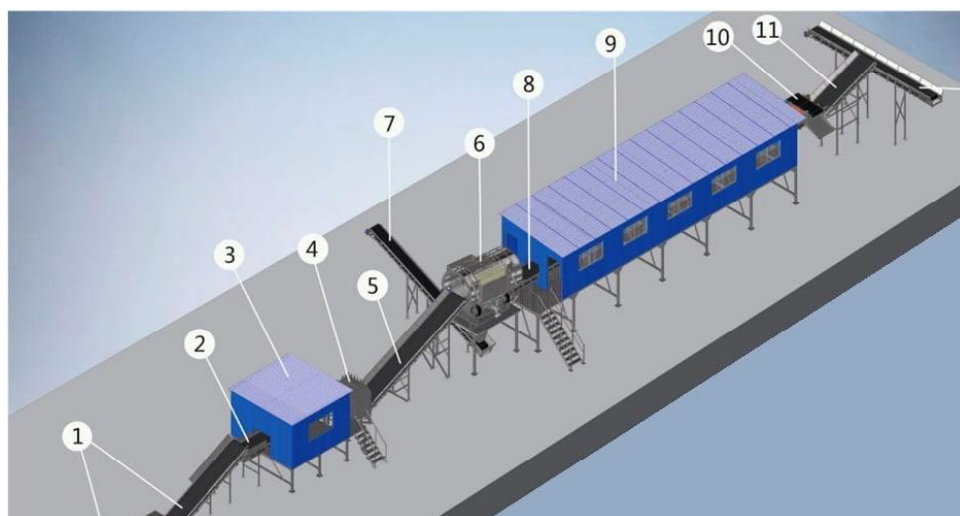


Рис. 5. Схема мусоросортировочного комплекса фирмы «Сифания-Экотехника».

1 - приёмный конвейер с прямком; 2 - конвейер предварительной сортировки; 3 - кабина предварительной сортировки крупногабаритных отходов; 4 - разрыватель мусорных пакетов; 5 - наклонный подающий конвейер; 6 - барабанный сепаратор; 7 - отводящий конвейер мелкой фракции; 8 - сортировочный конвейер; 9 - сортировочная кабина на эстакаде; 10 – метало-сепаратор; 11 - промежуточный конвейер; 12 - реверсивный конвейер.

Предлагаемый фирмой «Сифания-Экотехника» мусоросортировочный комплекс предназначен для сортировки смешанно и отдельно собранных отходов. Основным недостатком данного комплекса также является низкая эффективность разделения разнородных материалов.

Выводы

1. Анализ принципов работ всех вышеуказанных сортировочных машин ударного действия, а также патентный поиск по данной тематике показал, что отходы не дробятся после прохождения подготовительной ручной сортировки и фракционной сортировки на барабанных грохотах. Во всех технологических схемах «хвосты», образованные из отсева прошедших барабанные грохоты, направляются на свалку. Таким образом, теряется ценное вторичное сырье для промышленности.

2. С учетом вышеуказанных недостатков сортировочных машин ударного действия, разработана конструкция баллистической сортировочной машины.

Использованная литература:

1. Ханкелов Т.К., Мухамедова Н.Б., Аслонов Н.Р., Илхомова М.Н. Устройство для сортировки твёрдых бытовых отходов // Электрон журнал: Транспорт Шёлкового Пути №1, 2020 г. С.33-42.
2. Ханкелов Т.К., Комилов С.И. Требование к уплотнению лессовых грунтов земляного полотна. ТДТрУ. Science journal vehicles and road, 2023y, №1. Issue 1,2.
3. Ханкелов Т.К., Мухамедова Н.Б., Кудайбергенов М.С., Хамидов С.С. Қаттиқ маиший чиқиндиларни майдалаш чиқиндиларни майдалаш жараёни учун ўхшашлик критерийларини аниқлаш. Eurasian journal of academic research volume 2, Issue 13, December 2022, pp.533-537.
4. Khankelov T.K., Mukhamedova N.B., Komilov S.I., Mirxoliqov S.M. System of Indicators for Evaluating the Efficiency of Municipal machines. International Journal of Advanced Research in Science, engineering and Technology. ISSN:2350-0328, Vol.9, Issue 11, November 2022. pp.20184-20187.

5. 5.Ханкелов Т.Қ., Иброхимов С.И., Вахобов Ж.В. Ёнлама кенгайтиргич ва вертикал панжара билан жихозланган бульдозер отвали ёрдамида қаттиқ маиший чиқиндиларни қазिश жараёни математик модели. Eurasian journal of Law, Finance and Applied science.
6. 6.Khankelov T.K., Mukhitdinov A.S. Alimov T.Y. Analysis of works Devoted to the study of the shape, of the transverse profile of the working bodies of the moldboard type. ISSN(E):2347-6415. Vol.10, Issue 6, June (2022).
7. 7.Ханкелов Т.К., Мухамедова Н.Б.Устройство для сортировки твердых бытовых отходов оснащенной вращающимся ротором. International Scientific Conference “Innovative trends in Science practice and Education, 2023, Germany” .pp.116-121.
8. Khankelov T.K., Faiziev T.Z., Mukhamedova N.B.,Komilov S.I.Development of similarity criteria for the grinding process of solid household waste on ball,Mills. Voume 2, Issue 12, November 2022, ISSN 2184-2020, pp.372-375.
9. Ханкелов Т.Қ., Мухамедова Н.Б., Рашидов Б.У., Ниязов А.А. Система показателей оценки эффективности коммунальных машин. “Авиация ва космик технологияларда таълим ва илмнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Халқаро илмий техник анжумани, 10-11 ноябрь, 2022 йил Ташкент, Ўзбекистоню Анжуман маърузалар тўплами, 380-385 бетлар.
10. 10.Tavbay Khankelov, Nafisa Muxamedova. Determination of main parameters of the devise for sorting solid household waste. European science review. Vienna. 2017., №11-12, pp.160-163.
11. Isyanov, R., Rustamov, K., Rustamova, N., & Sharifhodjaeva, H. (2020). Formation of ICT competence of future teachers in the classes of general physics. *Journal of Critical Reviews*, 7(5), 235-239.
12. Juraboevich, R. K. (2020). Technical solutions and experiment to create a multipurpose machine. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 2007-2013.
13. Rustamov, K. J. (2021). Innovative Approaches and Methods in Teaching Technical Subjects. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(5), 1861-1866.
14. Askarhodjaev, T., Rustamov, K., Aymatova, F., & Husenova, G. (2020). Justification of the hydraulic system parameters of the excavation body of a multi-purpose road construction vehicle based on the TTZ tractor. *Journal of Critical Reviews. Innovare Academics Sciences Pvt. Ltd.* <https://doi.org/10.31838/jcr>, 7, 40.
15. Rustamov, K. J. (2019). Experimental Work of the Hydraulic Equipment of the Multi-Purpose Machine Mm-1. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ISSN, 2277-3878.
16. Dj, R. K. (2019). Experimental Work of the Hydraulic Equipment of the Multi-Purpose Machine MM-1. *IJRTE*, November.
17. Rustamov, K. (2022). The Mathematical model of a positioning hydraulic drive: Mathematical model of a positioning hydraulic drive. *Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent*, 12(2), 76-81.
18. Rustamov, K. J., & Tojiev, L. O. (2022). Types of Steering and Their Design Aspects. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 20, 10-21070.
19. Рустамов, К. (2021). ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УГЛОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ КОПАНИИ ГРУНТА. *Транспорт шелкового пути*, (2), 54-59.
20. Рустамов, К. Ж. (2009). Анализ гидропривода современных строительно-дорожных машин. *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*, (1), 44-44.
21. Rustamov, K. J. (2023). Technical and Economic Indicators of a Multi-Purpose Machine. *Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science*, 2(2), 48-52.
22. Rustamov, K. J. (2023). Feasibility Study of the Designed Working Equipment of the MM-1 Machine. *International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences*, 3(2), 92-97.
23. Rustamov, K. J., & Bazarbaev, B. M. U. (2021). Theoretical study of the power balance of the equipment of a single bucket hydraulic excavator under the conditions of determining the productivity.

- In *International Conference on Agriculture Sciences, Environment, Urban and Rural Development*. (pp. 32-37).
24. Maksudov, Z. T., Kudaybergenov, M. S., Rustamov, K. J., & Mukhamedova, N. B. (2023). Issues of Development of an Industry Standard for Mechanized Costs of Single-Bucket Excavators in the Construction of Roads. *Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science*, 2(5), 47-51.
 25. Usmanov, I. I., Rustamov, K. J., Magdiyev, K. I., Kudaybergenov, M. S., & Ulashov, J. Z. (2023). Issues of Modernization of Mechanical Engineering on Innovative Basis. *Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science*, 2(5), 1-4.
 26. Astanakulov, K. D., Rustamov, K. J., & Ulashov, J. Z. (2023). Cutting Branches of Trees and Possibilities From Their Use. *Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science*, 2(4), 74-83.
 27. Rustamov, K., Usmanov, I., Komilov, S., Egamshukurov, P., & Pardaboyev, Z. (2023). Modern Practice of Ensuring the Operability of Construction Machines. *Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science*, 2(3), 114-117.
 28. Rustamov, K., Usmanov, I., Komilov, S., Egamshukurov, P., & Pardaboyev, Z. (2023). ASPECTS OF THE IMPACT OF TECHNICAL

